

# UEBER LEUCANDRA ASPERA H.

NEBST ALLGEMEINEN BEMERKUNGEN

UEBER DAS

CANALSYSTEM DER SPONGIEN <sup>1)</sup>.

VON

**Dr. G. C. J. VOSMAER.**

---

## I. ANATOMIE.

Als ich mich vor ein Paar Jahren im Zoologischen Institute von F. E. Schulze in Graz mit Leuconen beschäftigte, war es mir schon aufgefallen dass das Canalsystem nicht ganz so war, wie Haeckel es in seiner Monographie beschrieb, und wie es sich später auch Keller vorstellte. Ich war damals nicht in der Lage weiter darauf ein zu gehen, beschloss aber möglichst bald die Leuconen vergleichend auf ihr Canalsystem zu prüfen. Leider habe ich bisher nur wenige Formen dieser Familie untersuchen

---

1) Folgende Zeilen sind ein Auszug aus meiner in Holländischer Sprache erschienenen Inaugural-Dissertation. Historisches und genauere Litteratur-Aufgabe kann man dort finden.

können. Was ich an *Leucandra aspera* H. gesehen, folgt hier. Die Exemplare dieser Art verdanke ich zum grössten Theile Herrn Dr. Conrad Keller in Zürich, welchem ich auch an dieser Stelle für seine Liberalität meinen besten Dank ausspreche. Wie er mir schrieb, stammen die Exemplaren von der Ligurischen Küste.

Im 1862 wurde unsere *Leucandra* zum ersten Male von Oscar Schmidt unter den Namen *Sycon asperum* beschrieben, und zwar mit folgender Diagnose: »*Sycon* irregulariter sacciforme, circa osculum angustatum. Superficies aspera. Parenchyma durum et compactum. Spiculorum corona brevis et fragilis. Sinus centralis plus minusve irregularis, in quem canalium oscula etiam irregularia exeunt<sup>1)</sup>.» Er bemerkt aber, dass die Species auf der Grenze steht von *Grantia* (*Leucon* H. p. p.). In seinem „Zweiten Supplemente“ hat er den Schwamm auch wirklich bei *Grantia* untergebracht<sup>2)</sup>, später aber (1868)<sup>3)</sup> bei *Sycinula*, einem neuen Genus, wovon im 1870<sup>4)</sup> noch ein Paar Arten beschrieben werden. Schmidt hat dieses Geschlecht auf Grund des unregelmässigen Baues des Canalsystems errichtet. Schmidt ahnte also bereits etwas von den später durch Haeckel ausgesprochenen Ideen.

In seiner grossen Monographie giebt Haeckel Beschreibung und Abbildungen von *Leucandra aspera* (O. S.) H. Was hier folgt soll nur eine Ergänzung und, wie ich hoffe, hier und da eine Verbesserung sein.

Die harte, feste, bald dicke, bald zusammengedrückte Wand unterscheidet sich durch ihre grossen Stabnadeln, welche schon mit blossem Auge sichtbar sind, leicht von andern Formen. Bald liegen die Stabnadeln knap an einander und stecken dann unter einem sehr scharfem Winkel (nach dem Osculum gerichtet) heraus, bald aber, wenn weniger Stabnadeln da sind, liegen diese ohne Ordnung auf der Oberfläche zerstreut. Wenn man nun diese dermale Seite mit einer guten Loupe ansieht, so bekommt man

1) Schmidt. Spong. Adr. Meeres pag. 15.

2) Id. Zweites Suppl. pag. 7.

3) Id. Spong, K Alg. pag. 35.

4) Id. Spong. Atl. Geb. pagg. 73 und 74.

einigermaasse das Bild eines Stückes menschlicher Haut. Bei Exemplaren, wo wenig grosse Stabnadeln vorhanden sind, ist die Vergleichung mit der Haut, z. B. an der Volar-Seite der Hand ziemlich charakteristisch. Wenn man längs der Hand gegen das Licht sieht, so dass die kleinen Härchen glänzen, so bekommt man eben ein ziemlich genaues Bild der *Leucandra*-Oberfläche; sogar im Betreff der Grössen-Verhältnisse von Spicula, Poren und zwischenliegenden Räumen.

Die Innenwand dagegen bietet ein ganz anderes Ansehen. Statt der langen Stabnadeln sind die oral<sup>1)</sup> gebogenen apicalen Enden der Vierstrahler gekommen. Während die Poren (Einströmungsöffnungen) an der dermalen Seite unter einander ungefähr gleich gross sind und in gleichmässigen Abständen stehen, fällt an der gastralen Seite die verschiedene Grösse und die unregelmässige Zerstreuung in's Auge. Ich habe versucht den Unterschied von gastral und dermalen Seite in den Figg. 3 und 2 auf Taf. I wieder zu geben. Es ist hieraus zugleich deutlich dass an der dermalen Seite ungleich mehrere Oeffnungen vorkommen als an der gastralen Seite. Aus diesem Grunde darf man aber keinesweges auf ein monocentrisches Canalsystem im Sinne Haeckel's schliessen! Obwohl man diesen Schluss auf den ersten Anblick als sehr zwingend ansehen könnte, so lehrt doch eine einfache Berechnung das Gegentheil. Umgekehrt ist es den noch nicht nothwendig dass bei einem amphicentrischem Systeme an beiden Seiten gleich viele Poren sind!

Verfolgen wir diese Oeffnungen weiter. Mit anderen Worten wie sind die Verhältnisse des Canalsystemes? Zur Auflösung dieser schwierigen Frage ist das einzige Mittel: zahlreiche Schnitte in horizontaler, verticaler und tangentialer Richtung. Diese Schnitte wurden angefertigt an in starkem Alcohol gehärteten Objecten. Zur Herstellung von sehr dünnen Schnitte ist eine Entkalkung natürlich nothwendig. Ich habe in dieser Hinsicht verschiedenes versucht; am besten ist es mir aber mit dem braunen rohenen Holz-

---

1) d. h. nach dem Osculum gekehrten.

essig gelungen. Die einmal entkalkten Schwämme wurden in der bekannte Weise in Paraffin eingeschlossen und mittels des Leyser'schen Microtoms geschnitten.

Aus Vergleichung und Combinirung zahlreicher Schnitte ist es mir klar geworden, dass die Einströmungsöffnungen die Mündungen verhältnissmässig weiter Canäle sind, welche entweder ohne weiteres, oder sich baumartig verästelnd oder zusammenfliessend in die Schwamm-Wand dringen.

Verfolgt man von der andere Seite die Gastral-Ostien, so wird es bald klar dass auch diese die Mündungen eines Systemes von weiten Canäle sind. In Fig. 5 auf Taf. I ist eine halb-schematische Abbildung gegeben von einem *Leucandra*-Durchschnitt. Man sieht dort die grosse Cloacal-höhle (Magen H.) in der Mitte, und die darin ausmündenden weiten Canäle. Ich habe auch öfters Gelegenheit gehabt die von Keller entdeckte »Sarcodestränge'' zu beobachten bei *Leucandra aspera* H.

Diese beiden Systeme von Canälen und Lacunen stehen mit einander in Verbindung durch eine grosse Menge von Geisselkammern. Diese eiförmigen oder ellipsoïden Organen münden unmittelbar in die weiten Abfuhrcanäle. Das Meereswasser, welches durch die Poren eintritt, strömt also darauf durch die breiten Zuführungscanäle, welche letzteren aber knap an den Geisselkammern liegen und damit durch Poren (»Kammerporen'') in Verbindung stehen. Das Wasser kann also auf dieser Weise in die Geisselkammern kommen, ja wird sogar durch die Bewegung der Kragenzellen dazu genöthigt; von da aus strömt es in die Abfuhrungsröhren, welche sich zu grösseren Gefässe vereinigen und dann in der centralen Höhle münden, und tritt schliesslich durch das Osculum aus. In der Hauptsache stimmt das Canalsystem also mit dem von *Aplysilla* <sup>1)</sup>, *Spongelia* <sup>2)</sup> u. a. überein. Zum Studium des Canal-systems der *Leucandra* ist es zweckmässig mit dünnwandigen Exemplaren anzufangen, da die Verhältnisse dort

1) Schulze. *Aplysinidae*. Z. W. Z. XXX.

2) id. Die Gattung *Spongelia*. Z. W. Z. XXXIII.

am einfachsten sind. Ich habe in Fig. 4 auf Taf. I die Darstellung eines dünnen Schnittes gegeben. Die gastral und dermalen Wände solcher dünnen Stücke laufen oft einige Zeit ungefähr parallel. Die Geisselkammern sitzen dann in Reihen radiär, meist dicht auf einander, ringsum die Abführungsröhren. Von der dermalen Seite aus schiebt sich nun das System von zuführenden Canälen und Lacunen, und legt sich gegen die Geisselkammer. Man kann in solchen einfachen Stücken drei Regionen annehmen: eine äussere, dicht mit Spicula (hauptsächlich Dreistrahler und Stabnadeln) besetzte, eine mittlere (die Region der Geisselkammer), und eine innere, gestützt von grösstentheils Drei- und Vierstrahlern. Offenbar dienen die beiden äusseren, durch ein dichtes Flechtwerk von Spicula verstärkten Theilen dazu die Geisselkammerschicht gegen Druck zu schützen.

An dickeren und grösseren (älteren?) Exemplaren ist diese regelmässige Anordnung nicht so leicht mehr wahrzunehmen. Jedoch ist eine radiäre Stellung der Geisselkammern ringsum die Gefässe nicht zu verkennen (Taf. I. Fig. 6). Was hier ganz besonders die Orientirung erschwert, sind die vielfach vorkommenden weiten Höhlungen. Ich nenne diese mit Absicht nicht Subdermalhöhlen, weil sie auch an der Gastral-Seite vorkommen. Sie scheinen also sowohl dem zu- als dem abführenden Systeme zu zukommen. Ein Blick auf Fig. 5, Taf. I wird hoffentlich meine Meinung verdeutlichen.

Mit dieser Auffassung des Canalsystemes der *Leucandra aspera*, befinde ich mich also in directen Widerspruch mit Haeckel. Denn dieser Forscher behauptet, dass die breiten Canäle (die Fortsetzungen der »Magenporen«) ganz kurz sind und sich sogleich in ein sehr dichtes Netz von sehr engen und ganz unregelmässig verästelten Gefässen auflösen, welches die ganze Dicke der Wand durchzieht und an der äusseren Oberfläche durch die dicht stehenden Hautporen ausmündet<sup>1)</sup>.» Aus den Abbildungen wird es doch jedenfalls deutlich dass das Lumen der Geisselkammer viel grösser ist als das

1) Haeckel. Kalkschw. II, pag 194.

der Canäle<sup>1)</sup>, während ich glaube aus meinen eigenen Praeparaten schliessen zu können dass umgekehrt (allerdings die abführenden) Canäle breiter sind als die Geisselkammern. Soweit ich Keller's Darstellung<sup>2)</sup> verstehe, fasst er in Hauptsache das Canalsystem im selben Sinne auf als Haeckel; ich kann also auch seine Abbildung nicht billigen.

Was schliesslich das Skelet anbelangt, so kann ich beinahe ganz auf Haeckel verweisen<sup>3)</sup>. Auch muss ich Schmidt<sup>4)</sup> und Keller<sup>5)</sup> beistimmen, wenn sie sagen dass die Vierstrahler oft ganz zurücktreten; man muss daher sehr vorsichtig sein wenn man die *Leucandra* nicht etwa als ein *Leucortis* bestimmen will. Diesem immerhin seltenem Vorkommen der Vierstrahler ist es vielleicht zuzuschreiben, dass ich sie nur in der Magenwand fand; kann ich daher nicht behaupten dass die »Vierstrahler das Innere des ganzen Canalsystems auskleiden.“

### III. HISTIOLOGIE.

Wenn es vielleicht noch fraglich ist, ob den Spongien wirklich die drei bekannten Keimblätter zukommen, wenn es also unsicher ist, ob embryologisch drei verschiedene Schichten vorkommen, so kann man doch histiologisch immerhin drei distincte Schichten anerkennen, die aber nicht mit den hypothetischen embryologischen Schichten zusammenzufallen brauchen. Allerdings ist jetzt die Annahme dass die Spongien dreiblättrig sind, ziemlich gerechtfertigt. Haben sich doch in den letzten Jahren viele Stimmen für Schulze's Entdeckung erhoben<sup>6)</sup>: Ganin<sup>7)</sup> nahm aus

1) id. l. c. III, Taf. XL, Figg. 7 und 8.

2) Keller. Spong. des Mittelmeeres.

3) Haeckel. l. c. II, pagg. 195, 196.

4) Schmidt. Spong. Adr. Meeres, pag. 16.

5) Keller, l. c. pag. 33.

6) Es wäre ja möglich dass auch Grave ein Theil der Ehre zukommt. Ich kenne aber seine Arbeit (In: Comptes-rendus de l'Académie des Sc. à Paris, Tom. LXIII) nur aus Citaten, und darf mir also kein Urtheil erlauben.

7) Ganin. Entw. Spong. fluv. (Zool. Anz. I).

embryologischen Gründen die drei Schichten an bei *Spongilla*, Metschnikoff <sup>1)</sup> bei *Halisarca*, *Sycandra* u. a. Kalkschwämme, Keller <sup>2)</sup> bei *Chalinula*. Endlich hat auch Schulze <sup>3)</sup> selbst vor Kurzem seine Arbeit über die Plakiniden publicirt, und spricht dort mit Nachdruck von dem dreischichtigen Baue der Schwämme.

Histologisch aber kann man jedenfalls unterscheiden:

#### A. DAS PLATTENEPITHEL.

(Taf. I. Figg. 9, 10 und 17).

Mit Ausnahme der schon besprochenen Geisselkammern, wird die ganze mit die Aussenwelt in Verbindung stehenden Oberfläche von einer einfachen Schicht Plattenepithel überkleidet. Sowohl die Aussenfläche des Schwammes, wie das ganze System der beschriebene zu- und abführenden Canäle und Höhlen, inclusive der darin sich befindenden Sarcodestränge, ja sogar die Basis der nach aussen, resp. innen steckenden Spicula werden damit überzogen.

Nach Analogie der Verhältnissen wie sie sich vorfinden bei den neulich von Schulze entdeckten Plakiniden, würde also das Plattenepithel der dermalen Seite, sammt dem der zuführenden Canäle vom Ektoderm abzuleiten sein; dagegen das der sämtlichen abführenden Gefässen (inclusive der Magenwand) vom Entoderm. Directe Beobachtungen werden hoffentlich diese Hypothese für *Leucandra* beweisen. Wenn ich also von ektodermal resp. entodermal Epithel spreche, thue ich dies nur der Bequemlichkeit halber.

Zwischen dem entodermalen und ektodermalen Plattenepithelium ist histologisch wenig oder gar kein Unterschied. In der Regel sind die entodermalen Epithelzellen etwas kleiner. Dass überhaupt ein Epithel vorkommt, stütze ich auf Beobachtungen an gehärteten, nachher mit Kleinenberg's Haematoxylin gefärbten Schnitten. Da

1) Metschnikoff. Spong. Stud. (Z. W. Z. XXXII, pag. 377; und Z. W. Z. XXVII).

2) Keller. Chalineen (Z. W. Z. XXXIII, pag. 344).

3) Schulze. Die Plakiniden (Z. W. Z. XXXIV).

mir kein lebendes Material zur Verfügung stand, könnte ich natürlich keine Silberpräparaten machen. Ich glaube aber, dass dies nicht einmal nothwendig ist.

Bei *Leucandra aspera* H. besteht das Epithel aus grossen, schief rautenförmigen oder polygonalen Zellen mit einem grobkörnigen Protoplasma, welches durch Haematoxylin nur schwach gefärbt wird. Alle besitzen sie einen feinkörnigen runden Kern mit einem oder mehreren Nucleoli, (Taf. I, Figg. 9, 10). Die Zellen sind platt, oft von langen Ausläufern versehen. Von der Seite gesehen sind die Zellen spindelförmig (Taf. I, Fig. 11). Durchschnittene Canäle scheinen daher Rosenkranzförmig begrenzt; wie es ja in der Regel bei Schwämmen vorzukommen scheint. Ob diesen Zellen eine wahre Membran zukommt, wage ich nicht zu entscheiden. Dass eine gewisse Differenzirung des äusseren Protoplasma's existirt, glaube ich wohl annehmen zu müssen. Ja ich glaube sogar, dass das äussere Protoplasma eine Cuticula-artige Masse ausscheidet, welche die Epithelzellen zusammen hält. Zwischen den einzelnen Zellen sieht man helle, mehr oder weniger glänzenden Streifen, welche keinen Farbstoff annehmen. Man kann an günstigen Präparaten grosse Lappen von Epithel isoliren. Geisseln habe ich auf keinen Plattenepithelzellen gefunden.

#### B. DAS BINDEGEWEBE UND SEINE PRODUCTE.

(Taf. I, Figg. 11—16).

Ausser dem oben erwähnten Plattenepithel und dem bald zu erwähnenden Cylinderepithel, besteht die übrige Schwammmasse aus Bindegewebs-Elementen, höchstwahrscheinlich vom Mesoderm stammend. In der Regel erscheint sie als eine mehr oder weniger voluminöse hyaline Masse (Grundsubstanz) mit darin zerstreuten Zellen. Dazu kommt dann das Skelet.

Zur Gunsten dieser Auffassung des so oft besprochenen Spongienwebes hatten sich schon Lieberkühn und Kölliker, später F. E. Schulze und Metschnikoff geäussert. Dagegen standen Schmidt und Haeckel.



Schmidt kannte, wie Haeckel, kein Plattenepithel. Für ihn war, ausser den Kragenzellen, die »Sarcoderm der wesentliche Bestandtheil des Schwammkörpers“<sup>1)</sup>. Die grosse Masse war aber »Sarcoderm mit Kernen, Körnchen- und Körnchenconglomeraten“; dazu sah er aber auch echte Zellen. Nach Schmidt kann die Sarcoderm sich verdichten und so z. B. die Hornfasern entstehen lassen. Ebenso sind die Körnchenconglomerate nichts anders als Derivate der Sarcoderm. Dagegen entstehen z. B. die Kieselnadeln aus echten Zellen.

Haeckel hat, wie bekannt, seine Syncytium-Hypothese aufgestellt. »Syncytium nenne ich bei den Kalkschwämmen,“ sagt er, »die ganze Gewebsmasse, welche durch die Verschmelzung der Geisselzellen des Exoderms der Flimmerlarve entstanden ist, mit Ausschluss der darin gebildeten Kalknadeln. Dieses Syncytium ist aus folgenden Bestandtheilen zusammen gesetzt: 1° der *Sarcoderm*, einer hyalinen, structurlosen, contractilen Grundsubstanz, dem modificirten Protoplasma der verschmolzenen Zellen; 2° den bleibenden und sich vermehrenden *Kernen* dieser Zellen, und 3° den *Spicula-Scheiden*, welche durch Verdichtung der Grundsubstanz rings um die Oberfläche der Spicula entstanden sind.“ Dieses Syncytium sammt den Spiculis (resp. Hornfasern) betrachtet Haeckel als Exoderm. Das Exoderm Haeckel's ist also identisch mit Ektoderm plus Mesoderm der neueren Autoren.

Es war hauptsächlich Kölliker, der in seinen »Icones“ dem Spongien-Gewebe eine höhere histiologische Bedeutung gegeben hat. Auch Lieberkühn hat sich im gleichem Sinne geäussert, aber erst Kölliker spricht von einem *Bindegewebe*. Man vergesse aber nicht, dass Kölliker sowie auch Lieberkühn das eventuelle Verschmelzen von Zellen nicht läugnen. Es besteht aber auch hierin eine Differenz zwischen der Auffassung von Haeckel und der von Lieberkühn-Kölliker. Während nach Haeckel alles Plasma gleichmässig verschmelzt und nur Kerne übrig bleiben, nimmt Kölliker an, es fliessen nur die äussere Partiën zusammen. Dass hierbei doch

1) Schmidt. Suppl. Sp. Adr. Meeres, pag. 1.

auch eine Veränderung ins Plasma eintreten muss, wird glaube ich aus dem Folgenden deutlich: »Es wird nichts der Annahme entgegenstehen, dass diese *innere* Zellentheile, so lange sie nicht in der allgemeinen Protoplasmamasse untergegangen sind, befähigt sind, gesondert Bewegungen zu vollführen, und so auch Spindel- und Sternform odere andere Gestalten anzunehmen<sup>1)</sup>.» Ich kann mir nun so etwas nicht denken, wenn nicht der verschmolzene Theil der Zellen chemisch verändert ist, z. B. flüssiger geworden ist. Am deutlichsten aussert Kölliker sich, wenn er sagt dass »eine Gewebsform mit Zellen und *Zwischensubstanz*» sehr verbreitet ist.

Nach den genauen Untersuchungen Schulze's (und auch Metschnikoff's) besteht gewiss eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit für die bindegewebige Natur. Und factisch, wenn man die Spindel- oder Sternförmigen Zellen mit ihren beinah immer deutlichen Kernen beobachtet; wenn man dabei die grosse Consistenz in Betracht nimmt, welche so hart wie die Grundsubstanz des Knorpels werden kann; wenn man den Metschnikoffschen Experimenten (Reaction von Salpetersäure, Schwefelsäure etc.) Recht thut; wenn man, wie Haeckel selbst gesteht, darauf achtet wie schwach und ungleichmässig die Grundsubstanz gefärbt wird; wenn man dies alles vergleicht mit unzweifelhaftem Bindegewebe, dann kommt man zu dem Dilemma: entweder überhaupt viele Arten von Bindegewebe (embryonales Bindegewebe, Gallertgewebe der Medusae, Cephalopoden-Knorpel, Mantel der Tunicaten etc.) aus der Reihe der Binde-substanzen zu streichen, oder, und dies scheint mir wohl am besten, die Hauptmasse des Spongien-Körpers als Bindegewebe aufzufassen.

Bei *Leucandra aspera* tritt das Bindegewebe in einer sehr einfachen Form auf. In einer ganz hyalinen Grundsubstanz liegen kleine Zellen zerstreut (Taf. I, Fig. 11). Diese sind in der Regel spindelförmig; manchmal aber haben die Zellen mehr als zwei Ausläufer und sehen dann sternförmig aus. Dann und wann glaube ich sehr lange Ausläufer mit einander in Verbindung gesehen zu

1) Kölliker, Icones histiologicae, pag. 47.

haben; bei anderen Kalkschwämme, also z. B. *Ascetta primordialis* H. habe ich es ganz gewiss beobachtet; da aber die mittlere Schicht bei *L. aspera* meistens ganz von Kalknadeln durchsetzt ist, wird das Studium dieses Gewebes natürlich sehr erschwert. Schon oben ist erwähnt, wie die Geisselkammer, dicht auf einander sitzend, beinah die ganze Spongienmasse in Anspruch nehmen. An nicht entkalkten Schnitten sieht man kaum Bindegewebs-Zellen; an gut entkalkten sieht man aber, dass die Verstärkungs-Bänder nur aus Bindegewebe mit Spicula bestehen. Jede feinkörnige Zelle enthält einen sehr oft wandständigen elliptischen Kern. Dabei erinnere ich an Haeckel's Angabe dass durch die »gewöhnlichen Tinctionsmittel: Carmin, Jod, Goldchlorid u. s. w. die Nuclei bedeutend stärker gefärbt werden als die Sarcodine, jedoch viel schwächer als die Kerne der Entoderm-Zellen." Wenn man diese »Kerne" für Zellen hält, wie ich es glaube thun zu müssen, so hat dieses »weniger gefärbt werden" keine Schwierigkeit mehr. Dazu kommt noch, dass jedenfalls dergleiche spindel- oder sternförmigen Kerne etwas seltenes sind in der Histiologie. Man hat gegen die Zell-Natur den Grund angeführt, dass die Zellen so schwer zu isoliren seien; aber dies kann doch nicht schwer wiegen, denn wie oft kommt das nicht bei echten zelligen Geweben vor! <sup>1)</sup>.

Einige dieser Bindegewebe-Zellen zeigen grösseren hellen Flecken (Vacuolen?) sodass sie etwa den von Oskar Hertwig abgebildeten Zellen des Tunicaten-Mantels gleichen <sup>2)</sup>. Es würde mich nicht wundern wenn Schmidt schon solche Zellen gesehen hat; in dem ersten Supplemente spricht er von »Sarcodblasen" und bildet die Taf. I, Fig. 5 ab. Vielleicht haben wir hier mit einer Art blasigem Bindegewebe zu thun.

Ausser diesen Zellen mit Ausläufern kommen noch sog. amoeboiden Zellen vor, nahezu von gleicher Grösse als die spindelförmigen Zellen, oder grösser als diese. Schulze's Meinung dass

---

1) Bei manchen lebenden Schwämme gelingt es dagegen sehr leicht die Bindegewebs-Zellen zu isoliren, und ihre Bewegungen und Formveränderungen zu studiren.

2) O. Hertwig in Jen. Zeitschr. Bd. VII. 1873.

dies junge Eizellen seien, muss ich gänzlich beipflichten. Erstens sieht man zwischen diesen und unzweifelhaften Eier alle erwünschten Uebergänge; zweitens ist es wohl bemerkenswerth, dass diese Zellen je grösser sie werden, um so näher bei einem Canale liegen. Bekanntlich gelangen die reifen Eier, resp. Larven durch die ausführenden Canäle in die Magenhöhle und von dort durch das Osculum in's Meer. In den Exemplaren von *Leucandra aspera* welche mir zur Verfügung standen, habe ich nur junge Eier gefunden, und einige Furchungsstadien.

In seiner schönen Arbeit über *Halisarca* gibt F. E. Schulze Beschreibung und Abbildung der von ihm dort entdeckten Spermatozoiden-Klumpen. Ich habe nun bei *Leucandra aspera* Bilder gehabt, welche durchaus den Schulze'schen Zeichnungen gleichen; ich muss also vorläufig der *Leucandra* auch Spermatozoiden zuerkennen (Taf. I, Figg. 15, 16); hoffe aber bald in der Lage zu sein an lebendigen Objecten meine Vermuthung zu prüfen. Auch diese muthmasslichen Sperma-Klumpen fand ich mitten im Bindegewebe. *Es ist also mehr als wahrscheinlich dass beide Geschlechtsproducte aus dem Mesoderm entstehen.* Vorausgesetzt natürlich dass man überhaupt von einem Mesoderm reden darf.

Amylum-haltende Zellen, Pigment- oder Fettzellen u. d. habe ich nicht gefunden.

In Betreff des anatomischen Baues der Kalkspicula, ist die Existenz einer organischen Scheide nach oder besser während der Entkalkung leicht zu sehen (Taf. I, Fig. 12). Keller's Meinung als sollte die Spicula-Scheide besonders gern Farbstoffe annehmen, kann ich nicht beistimmen. Eine Structur, oder einen Kernrest habe ich nicht beobachtet. Die Spicula selbst bestehen aus concentrischen Schichten, welche aber gar nicht so regelmässig verlaufen, wie dies Haeckel abbildet, sondern ungefähr wie ich es in Fig. 13 auf Taf. I versucht habe wieder zu geben. Diese Skizze erinnert an die Jahresringen des Holzes. Es ist nicht unmöglich, dass die Kalkablagerung unter gewissen Umstände (Temperatur, Druck u. s. w.) stärker oder schwächer ist und dass die Spicula auf diese Weise nicht vollkommen regelmässig in Dicke

zunehmen. Ob ein Achsencanal da ist, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, glaube es aber nicht.

### C. DAS GEISSELEPITHEL.

(Taf. I, Figg. 7 und 8).

Schon eine Form von Entoderm-Zellen haben wir kennen gelernt: das Plattenepithel der abführenden Canäle. Eine zweite Form zeigt uns das Cylinderepithel der Geisselkammer, ein als Geisselzellen (sogen. Kragenzellen) auftretendes Flimmerepithel. Ueberall ist es einschichtig, und hat die bekannte Form (Taf. I, fig. 8). Das Collare ist meistens römerförmig. Die Kragenzellen, und besonders das Collum scheinen sehr empfindlich gegen Reagentien zu sein. Fast immer werden sie zusammengedrückt und in die Länge gestreckt, oder sie schrumpfen. Das nicht alle einander vollkommen gleich sind, ist ja eine bekannte Thatsache <sup>1)</sup>. Ich glaube selbst bemerkt zu haben, dass die Form sich nach dem disponiblen Raum abändert.

### III. VERWANTSCHAFT DER LEUCONEN MIT DEN ÜBRIGEN KALKSCHWÄMMEN.

(Taf. II).

Die einfachste Form des Canalsystems zeigen uns die Asconen. Die dünne Wand des Schwammes besteht aus drei parallelen Schichten: wir können diese Schichten der Bequemlichkeit halber Entoderm (Kragenzellenschicht), Mesoderm (Bindegewebe) und Ektoderm (Plattenepithel) nennen. Hier und da weichen die Zellen einfach aus einander, und auf diese Weise entstehen dann die Poren (»Lochcanäle" Haeckel's). Das Wasser strömt längs der Aussenwand durch die Poren nach innen und tritt, längs den Kragenzellen spielend, durch das Osculum aus. Nun ist es offenbar ein Vortheil für den betreffenden Schwamm, wenn die vom Wasser bespülte Oberfläche gross ist. Man kann sich also eine

1) Vergleich z. B.: Barrois. Ep. de la Manche Pl. XII, figg. 6, 7 et 8.

eventuelle Oberflächen-Vergrößerung als günstigen Factor im Kampf um's Dasein denken. Wenn man sich so eine Ausbreitung der Oberfläche, in's Besondere der Kragenzellenschicht eines Ascons vorstellt, so wird die betreffende Schicht Falten und Einstülpungen bilden. Man denke sich auf eine derartige Weise kleine seitliche Taschen geformt; man denke sich dass diese später auswachsen und dass sie regelmässig in der ganzen Wand vorkommen; es leuchtet ein, dass man schon das Bild eines primitiven Sycons vor sich hat.

Nach Haeckel's so oft besprochenem biogenetischen Grundgesetze, das jedenfalls seinen Werth hat, sollte der junge Sycon auch wirklich auf eine dergleiche Weise entstehen müssen. Mit anderen Worten: die Radialtuben sollten durch Einstülpung der Magenwand eines Ascon-ähnlichen Thieres entstehen müssen. Dies nun geschieht wirklich. Haeckel, Barrois, Schulze u. a. zeigten dass bei der Entwickelung des Sycons ein Olynthus-Stadium durchlaufen wird. Und der Olynthus ist doch nur ein primitiver Ascon. Schon Lieberkühn hat beobachtet dass die Radialtuben nur Einstülpungen der Magenwand seien; er beschreibt ganz genau, wie diese im Anfang sehr breit und kurz sind und erst allmählig in die Länge wachsen. Auch Lieberkühn hat schon bemerkt, dass die Wand der Radialtuben mit Wimperepithel bekleidet seien und dass die gastrale Wand des Schwammes des Wimperepithels entbehren. Dass dort statt dessen ein Plattenepithel vorkommt wusste er nicht; selbst Haeckel kannte das noch nicht. Erst Schulze entdeckte es in 1875 <sup>1)</sup>.

Auch Haeckel sagt dass die Magenwand sich einstülpt und dass auf diese Weise die Radialtuben geformt werden. Er denkt sich den Sycon aus den Olynthus mittels strobiloider Gemmation entstanden. Den so entstandenen Radialtubus fasst Haeckel als einen secundären Olynthus auf, also gleichwertig mit einem einfachen Ascon. Er geht ja so weit den Endporus der Radialtuben für homolog zu erklären mit dem Osculum von Ascon.

---

1) Schulze in Z. W. Z. Bd. XXV. Suppl. p. 250.

Nun fand aber Schulze in den Radialtubus von *Sycandra raphanus* die merkwürdigen driezähligen Anker: *diese hatten alle den langen apicalen Schenkel nach innen gegen den Gastralraum zu gerichtet*. Ganz richtig hat Schulze diese Einrichtung mit den Bau von *Syculmis synapta* H. verglichen. Dazu kommt, wie Schulze sagt, „dass die in der Tubuswand eines Sycon befindlichen drei- oder vierstrahligen Nadeln ganz ebenso wie bei einer Ascon-Person oder in der Gastralwand der Syconiden in der Weise orientirt sind, dass der unpaare Strahl nach den (gewöhnlich) blinden distalen Ende des Tubus gerichtet ist, der Winkel zwischen den beiden Gabelästen aber nach der Seite des Gastralostiums sich öffnet, und dass bei den Vierstrahlern der in den Tubushohlraum hineinragende Gastralstachel so gebogen zu sein pflegt, dass seine Spitze nach dem Gastralostium hin gerichtet ist.“ Dies sind eben so viele Gründe für die Annahme dass der Endporus des Sycontubus dem Osculum der Ascon-Person *nicht* homolog ist; eher werde das Umgekehrte wahr sein, dass also die Mündung des Radialtubus in der Gastralhöhle dem betreffenden Osculum homolog sein sollte.

Viele Forscher fassen jeden Tubus als ein Aequivalent einer Ascon-Person auf. Aber es fragt sich wie denn der überbleibende Theil des Sycons zu erklären. Wenn man aber, wie ich sagte, den Sycon als einen Ascon mit erst gefalteten, nachher tiefer eingestülpten Magenwand auffasst, bekommen beiden, Ascon und Sycon, den Werth einer Person. Es stimmen mit dieser Auffassung auch die Schulze'schen Ansichten in Betreff der Spicula. Nur die grosse Regelmässigkeit im Baue der Syconen ist also noch unerklärt. Die Beispiele aber von analogen Fällen sind, sei es noch nicht so häufig bei Schwämme, denn doch bei nahe stehenden Formen (*Anthozoa* etc.) zu zahlreich, dass hierin keinen Grund gegen unsere Hypothese gefunden werden könnte.

Die Ausstülpungen können auf sehr verschiedenen Weisen statt finden. Abgesehen noch von den Grössenverhältnissen, können bedeutende Unterschiede vorkommen je nachdem an einander grenzende Tuben ganz oder nur theilweise verwachsen; oder auch

ganz frei bleiben. Ist dies z. B. der Fall so entstehen kurze Intercanäle. Ich habe noch nicht gefunden, ob das Plattenepithel von Ekto- und Entoderm an der Mündung dieser Canäle zusammen trifft. Ist dies nicht also, was ich vermuthe, so haben wir in dieser einfachsten Form der Intercanäle das Analogon des Ascon-Porus (= »Loch-Canal" Haeckel's). Uebrigens sind, es sei dies im Vorübergehen gesagt, Haeckel's Intercanäle bei den drei Gruppen gar nicht gleichwertig, wie auch Barrois meinte.

Ich glaube nun meine Hypothese weiter ausdehnen zu können, und die oben erwähnten Verhältnisse in direkte Verbindung bringen zu können mit den bei den Leuconen vorkommenden. Wenn Haeckel <sup>1)</sup> sagte: »Das System der Syconen oder Orthoporeuten scheint sowohl von demjenigen der Asconen als von demjenigen der Leuconen sich beträchtlich zu entfernen, und einen ganz besonderen Typus der Canalbildung zu repräsentiren, welcher bei den übrigen Spongien nicht wieder vorkommt . . . " so ist dieses Urtheil glaube ich nur dadurch entstanden, dass Haeckel die wahren Verhältnisse bei *Leucandra aspera* nicht kannte. Denken wir uns dass die Ausstülpungen von der gastralen Wand nicht so gleichmässig neben aneinander statt finden, und dass diese Ausstülpungen sich nochmahls seitlich ausstülpfen; denken wir uns dass mit diesem Verfahren ein stärkeres Bindegewebewachstum stattfindet, so leuchtet es ein, dass Entoderm und Ektoderm nicht mehr gleichen Schritt halten können, mit anderen Worten: dass nicht mehr wie bei Ascon, und zum Theil noch bei Sycon die beiden Epithelschichten an einander parallel laufen. Wir haben gesehen, dass bei Sycon das Geisselepithel sich auf die Radialtuben beschränkte; wenn sich dies nur im letzt erwähnten Falle noch mehr zurück zieht, so haben wir schon das Bild des abführenden Canalsystemes von einem Leucon <sup>2)</sup>. Das Ektoderm, das von Haus aus knap an dem Entoderm lag, wird durch Bindegewebe oft davon abgerückt; es

1) Haeckel, Kalkschw. I, pag. 237.

2) Ich bitte auf dem unbestimmten Artikel zu achten, da ich nicht alle Leuconen geprüft habe. Die Existenz von Leuconen mit baum- oder netzförmig verästelten Canäle ohne Geisselkammer, wie H. dies angibt, ist nicht bewiesen, ja unwahrscheinlich.



konnte den Ausstülpungen des Entoderms nicht überall folgen. Und doch werden die beiden Schichten wie zu einander gezogen, und da wo weniger Mesoderm (Bindegewebe) ist, brechen die ursprüngliche Poren wieder durch. Man kann sich die Sache auch so vorstellen, dass es ebenso Einstülpungen macht, und auf diese Weise eine primitive Form eines zuführenden Systemes darstellt.

Aus dem gesagten folgt also: 1° dass die Radialtuben eine Art Geisselkammern sind, aber keine »complete Homologa» vorstellen; 2° dass also Sycon, unmittelbar ableitbar von Ascon andererseits als Leucon abändern kann; 3° dass der sogenannte einfache Leucon dem einfachen Sycon, resp. Ascon homolog ist; alle haben dann den Werth einer Person (Individuum dritter Ordnung). In allen drei Fällen hat man als Centrum dieser Person, die von Entoderm-Zellen bekleidete Höhle auf zu fassen. Diese trägt also bei Ascon über die ganze Oberfläche Kragenzellen; bei Sycon besitzen nur die Radialtuben Kragenzellen, das übrige Entoderm besteht aus Plattenepithel; bei Leucon endlich sind die Geisselkammer die einzigen mit Kragenzellen ausgestatteten Theile.

Dass die Radialtuben nur gewisse Formen von Geisselkammern vorstellen, wird u. a. noch durch das Folgende bewiesen. 1° Entstehen sie auf analoge Weise. 2° Haben sie in der Jugend dieselbe Form wie die Geisselkammer; erst später wachsen sie aus. 3° Haben viele Geisselkammer auch eine gestreckte Form; ich brauche nur auf die Beschreibung und Abbildung zu verweisen, die Schulze von *Halisarca Dujardini* gibt; auch bei *Leucandra aspera* habe ich gelegentlich dergleiche lange Geisselkammer gesehen; ich habe sie aber als muthmässlich aberrante Formen nicht abgebildet. Von grossem Interesse für die Homologie des Canal-systemes von Syconen und Leuconen ist, glaube ich, die Beobachtung Schulze's, dass die Radialtuben selbst wieder Ausstülpungen bekommen können. Diese letzten kommen hauptsächlich am distalen Tubus-Ende vor. »Vor allem,» sagt er: »sind es blindsackförmige, gerade oder gekrümmte seitliche Ausstülpungen der ganzen Tubenwand, welche in verschiedener Formen und Grösse, bald

ziemlich quer zur Tubenachse, bald mehr schräg nach aussen gerichtet, von den Tuben abgehen . . ." Man vergleiche auch Schulze's Beschreibung von *Halisarca Dujardini*. Sowohl bei dieser wie bei *Leucandra* fand auch ich oft Neigung zu einer wiederholten Ausstülpung der Wand.

Man kann nun das scheinbar so zusammengesetzte Canalsystem der übrigen Spongien als eine weitere Differenzirung auffassen. Ein Schema habe ich in Fig. 4 auf Taf. II gegeben. Die Ekto-derm-Einstülpungen, welche ein Lacunen-System darstellten, das sich gegen den Geisselkammern anlegte, ist ein System von feinen Canäle geworden, die jeder für sich in einem Geisselkammer endigen. Die Geisselkammern aber münden nicht mehr mit weiter Öffnung unmittelbar in die grossen Abführungsgefässe, sondern mittels feiner Canäle, die zusammenfliessend ein grösseres Lumen bekommen und schliesslich in die grossen abführenden Canälen (Sammelcanälen Schulze's) führen.

Wenn wir jetzt die Figg. 5—10 auf Taf. II, welche die schematischen Verhältnisse der gastralen Seite und von ihr parallelen Schnitten vorstellen, wenn wir diese vergleichen mit den Bilder welche man wirklich bekommt, so glaube ich, dass es klar wird, dass nach meiner Hypothese die Facta erklärt werden können. Die Gastralseite eines Ascons zeigt uns eine Schicht Kragenzellen nur hier und da unterbrochen von runden Löchern, den Poren. Sycon zeigt eine Schicht Plattenepithel, unterbrochen von runden oder polygonalen Oeffnungen, welche durch die zu den Radialtuben gehörenden Kragenzellen begrenzt sind; dazu können kleinere Löcher kommen, welche nicht durch Kragenzellen begrenzt sind: es sind dies die Mündungen der Intercanäle. Bei *Leucon* endlich sieht man eine Schicht Plattenepithel mit grösseren und kleineren Oeffnungen, den Mündungen der abführenden Canäle; dazu können Intercanäle (zuführende) kommen.

Schnitte parallel der gastralen Seite, bieten folgende Vergleichungspunkten. Bei *Ascon* sieht man eine Bindesubstanz hier und da durchlöchert. Der Umstand dass die drei Schichten bei *Ascon* allen parallel liegen, ist Ursache dass das Durchschnittsbild sehr

einfach ist. Bei Sycon ist auch die Hauptmasse Bindesubstanz. Man sieht darin regelmässig geordnete runde oder polygonale mit Kragenzellen bekleidete Oeffnungen, die durchschnittene Radialtuben. In der Regel sind zwischen diesen noch kleine nicht von Kragenzellen begrenzte Löcher zu sehen (durchschn. Intercanäle). Bei Leucon fällt die grössere Quantität Bindesubstanz sofort in's Auge. Einige der Löcher sind mit Kragenzellen bekleidet, (Geisselkammer) anderen nicht (durchschn. zu- oder abführende Canäle). In Hauptsache hat man also bei den drei Gruppen dasselbe Bild.

In seiner »Embryologie de quelques Eponges de la Manche'' hat Barrois versucht die Spongien nach dem Canalsysteme einzutheilen; er ging dabei von den Haeckelschen drei Typen aus. Jeder Spongiologe ist gewiss von dem hohen Werth welcher dem Canalsysteme zugeschrieben werden soll, überzeugt. Man darf also den Bau des Canalsystemes als einen Hauptfactor in der Systematik gelten lassen. Ich glaube aber dass das System von Barrois nicht ganz ausreicht, und dass es erweitert werden muss. In dieser Hinsicht bin ich zum Schluss gekommen, dass vier Typen anzunehmen seien. Ich darf aber nicht unterlassen ausdrücklich zu erwähnen, dass ich nicht nur nach Lesung von Schulze's zahlreichen Schriften, sondern auch durch wiederholte persönliche Besprechung zu den folgenden Schlüsse gelangt bin. Es ist mir aber schwer zu sagen, in wie weit ich meine eigenen Ideen gebe oder die meines hochverehrten Lehrers. So weit alles gedruckt ist, kann Jeder es beurtheilen. (Vergl. Schulze: die Gattung *Spongelia*, Z. W. Z. XXXI, pag. 137).

Die vier Typen, welche ich glaube annehmen zu müssen, folgen hier.

Die einfachste Type kommt vor bei Asconen<sup>1)</sup>. Kaum darf man hier von einem Canalsysteme reden; ein von Geisselepithel ausgekleidete Höhle oder Sack mit durchlöchernten Wände, stellt

---

1) Barrois sagt dass Wyville Thomson die Ascon-Type auch bei seiner Vitrea gefunden hat. Leider kan ich jetzt die Stelle nicht finden.

das Schema dar. Man könnte dies eine *primäre* Form nennen; *der Kragenzellen tragende Theil mündet unmittelbar nach aussen.*

Die zweite Type ist die der Syconen: eine mit Plattenepithel bekleidete Höhle, und, als Ausstülpungen dieser, radiäre mit Kragenzellen bekleidete Säcke (Radialtuben). Dies ist die *secundäre* Form: *der Kragenzellen tragende Theil mündet in die Gastral-Höhle, erst diese nach aussen.*

Die dritte Type wird dargestellt durch *Aplysilla*, *Spongia*, *Halisarca Dujardini*, *Leucandra aspera*, die meisten Renieriden und einigen Suberitiden und nach dem was Schulze mir schrieb, auch die *Hexactinellidae*. Ja ich möchte auch *Plakina* hierzu stellen, obwohl diese auf der Grenze steht. Das Eigenthümliche dieser Type ist: ziemlich grosse sackförmige Geisselkammer mit weiter Oeffnung unmittelbar in einem der grösseren Gefässe mündend. *Der Kragenzellen tragende Theil selbst mündet direkt in weite Canäle; diese aber nochmals in breitere Gefässen oder in die nach aussen mündende Gastral-Höhle.* Man könnte hier also von einer *tertiären* Form sprechen.

Die vierte Type ist die differenzirteste. Zahlreiche Repräsentanten finden wir unter den Horn- und Kieselspongien. Den nächsten Uebergang zu der vorigen Type liefern *Aplysina*, *Euspongia*, *Cacospongia*, *Hircinia*, *Oligoceras*, *Plakortis* und *Plakinastrella*; höher stehen *Halisarca lobularis* 1) *Chondrosia*, *Chondrilla*, *Corticium candelabrum*. Wir sehen hier das Canalsystem der Spongien in seiner höchsten Differenzirung. *Der Kragenzellen tragende Theil mündet nicht mehr direkt in weite Abführungscanäle, sondern mittels in der Regel sehr feiner Canälchen.* Die Geisselkammer münden niemals früher als in Canäle der dritten Ordnung, man konnte hier also eine *quaternäre* Form annehmen.

Je höher der Schwamm entwickelt ist, desto mehr ist also sein Canalsystem differenzirt und gibt es immer mehr Verzweigungen

1) Schulze hat in den letzten Jahren viel grösseres Gewicht auf Form und Stellung der Geisselkammer gelegt als vorher. Oefters hat er mir darauf hingewiesen dass z. B. *Halisarca labularis* und *Dujardini* nicht mehr zusammen in einem Genus bleiben können. Ich will auch vorschlagen den ersten Schwamm nach dem Entdecker Oscar Schmidt, *Oscaria lobularis* zu nennen.

vom Geisselkammer bis zum Osculum. Mit der Entwicklung des abführenden Systemes hält nun das zuführende System gleichen Schritt. Bei Ascon strömt das Wasser längs des Plattenepithels, tritt durch die Poren nach innen und bespült dann den Kragenzellen-Schicht um nachdem durch das Osculum auszutreten. Bei Sycon ist das (ektodermale) Plattenepithel genöthigt sich zwischen den frei bleibenden Theilen der Radialtuben fortzusetzen; das Wasser strömt in den Tiefen (als Einstülpungen des Ektoderms aufzufassen) und kommt durch die Poren in die Radialtuben selbst. In Hauptsache geschieht bei den Spongien des dritten Typus ganz dasselbe. Das Ektoderm formt auch hier Einstülpungen (die weiten Canäle und Lacünen) welche ebenso mittels Poren in Communication stehen mit dem Lumen der Geisselkammer. Bei den Spongien der vierte Type endlich haben sich die zuführenden Canäle mehr und mehr verengt; auch verzweigen diese sich mehr. Jeder Canal *endigt* in einer Geisselkammer; man könnte diese letzte Oeffnung also *Porus* nennen. Es leuchtet ein dass dieses Verfahren jedenfalls besser ist als, wie jetzt allgemein geschieht, die an der Oberfläche gelegenen Einströmungsöffnungen aller Spongien Poren zu nennen. Mit dem Auftreten von speciellen feinen zuführenden Canälen geht ein Verlust wahrer »Kammerporen“ Hand in Hand und jedenfalls des Vorkommens mehrerer Poren in einer Kammer.

Auf diese Weise glaube ich eine Verbindung herstellen zu können zwischen den drei Kalkschwamm-Familien unter einander und den übrigen bekannten Schwämmen. Dass dies alles aber noch nur Hypothese sei, braucht nach dem Gesagten wohl keine Wiederholung



